

УДК 534.4: 621.391

О.И. Лучинкина, О.Н. Карпов

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМ

Будується модель оцінки надійності розпізнавання мови, заснована на теорії біоритмів.

Ключові слова: біоритм, інтелектуальний стан, інтуїтивний стан, експоненціальна залежність, емоційний стан, надійність, розпізнавання мови, фізичний стан

Строится модель оценки надежности распознавания речи, основанная на теории биоритмов.

Ключевые слова: биоритм, интеллектуальное состояние, интуитивное состояние, экспоненциальная зависимость, эмоциональное состояние, надежность, распознавание речи, физическое состояние

Speech recognition reliability evaluating model based on the theory of biorhythms is being built.

Keywords: biorhythm, intellectual state, intuitive state, exponential dependence, emotional state, reliability, speech recognition, physical state

Постановка задачі. Задача оценки надежности распознавания систем речевого ввода информации в настоящее время находится в зачаточном состоянии. Существует много факторов, влияющих на заданное свойство речевых систем. Для технических систем сформулированы правила оценки их надежности. Одна из моделей основана на экспоненциальной зависимости надежности от времени, при этом повышение надежности реализуется в заданные моменты времени профилактическими работами и заменой отдельных узлов.

Для речевых систем оценка надежности – это множество экспериментов, связанных с многократным произнесением речевых реализаций по имеющемуся словарю эталонов. В заданном случае повышение надежности реализуется как добавление эталонов нераспознанных слов, при этом не учитываются факторы, влияющие на речеобразование. Эти факторы в общем случае связаны с фундаментальными свойствами речевого сигнала: речевой сигнал – случайный нестационарный временной процесс с амплитудной, частотной, временной и другими нестационарностями. Эти нестационарности, с одной стороны, индивидуальны, с другой –

меняются во времени как в зависимости от функционального состояния говорящего, так и от его индивидуальных биоритмов.

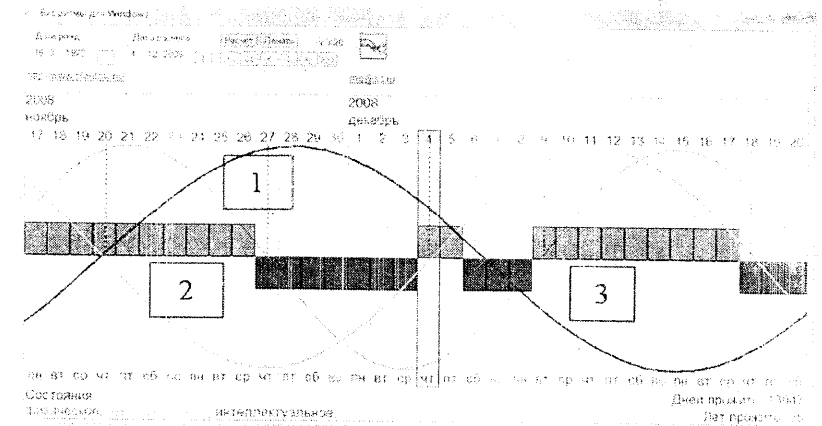


Рис. 1. Биоритмы

На рисунке 1 приведены три вида биоритмов, показывающих состояние человека: физическое (1), эмоциональное (2), интеллектуальное (3). Таким образом, надежность распознавания является функцией времени.

Алгоритмы расчета. Автор статьи биоритмов [1] использует формулу

$$B(t) = \left(-\cos \left(2\pi \frac{(t-f)}{P} \right) \right) \cdot 100\%, P = \{22,27,32,37\}, \quad (1)$$

Повсеместно используется формула [2]:

$$B(t) = \left(\sin \left(2\pi \frac{(t-f)}{P} \right) \right) \cdot 100\%, P = \{23,28,33\} \quad (2)$$

где B – состояния биоритма в % либо может выражаться как состояние относительно нуля а так же состояния нарастание или спадание; t – количество дней относительно нуля единиц измерения до текущего момента; f – количество дней от нуля единиц измерения времени до даты рождения; P – фаза биоритма.

Поправка по значениям. Согласно точные значения биоритмов: физический 23,688437, эмоциональный 28,426125, интеллектуальный 33,163812, интуитивный 37,9015, $P_1 \pi = 3.1415926535897932385$.

На самом деле формулы (1), (2) в принципе неверны, так как предполагают отрицательные значения функций и попадание в ноль физического биоритма, означает, что человек умер; попадание в ноль

интеллектуального биоритма, означает, что человек дебил. Было протестировано несколько интернет-программ, начальные значения функций в момент рождения равны нулю, что тоже неверно, так как новорождённый, оставшийся в живых, физически и эмоционально находится на высоком уровне, а интеллектуальный и интуитивный биоритмы находятся на нуле. Поэтому расчёт должен производиться по другим формулам:

$$B(t) = \left(k_1 + k_2 \cdot \cos\left(2\pi \frac{(t-f)}{P}\right) \right) \cdot 100\%, \quad (3)$$

для физического и эмоционального биоритмов.

$$B(t) = \left(k_1 + k_2 \cdot \sin\left(2\pi \frac{(t-f)}{P}\right) \right) \cdot 100\% \quad (4)$$

для интеллектуального и интуитивного биоритмов.

Коэффициенты k_1, k_2 в общем случае индивидуальны, например, $k_1 = 0.8$, $k_2 = 0.2$.

1. Сами циклы в принципе должны искаться для представлений периодов P с двойной точностью, так как ошибки округлений при определении числа циклов приводят к произвольному остатку фазы каждой циклической кривой.

2. Эти циклы взаимодействуют с внутренними свойствами индивидуума, характеристики которого меняются в течение нескольких часов, задавая амплитудную и, возможно, частотную аппроксимацию отдельных участков этих циклов.

Если предполагать, что в некоторой человеко-машинной системе человек является просто биотехническим узлом, то для него применимы правила оценки надёжности этого узла. Отличие в том, что надёжность искусственного узла оперирует месяцами, годами, а человека – часами, то есть экспоненциальные зависимости имеют единицы измерения для постоянных времени в часах. Каждая синусоида циклов состоит из кусков экспонент, которые мажорируют относительно синусоиды: усталость – отдых.

Есть нечто общее между надёжностью функционирования человеко-машинной системы и системы человек и «накопление знаний – забывание знаний», в которой эти процессы также можно описать спадающими и нарастающими экспонентами с постоянными времени в месяцах и годах, на которые наложены биоритмы.

Математические модели для этих случаев могут иметь вид пар экспонент

1. Накопление усталости – отдых

$$UO(t) = \begin{cases} c_i e^{\alpha_i t}, & \text{при } t_i \leq t < t_{i+1} \\ c_{i+1} (1 - e^{\alpha_{i+1} t}), & \text{при } t_{i+1} \leq t < t_{i+2} \end{cases}, \quad (5)$$

где t в часах.

2. Накопление знаний – забывание

$$NZ(t) = \begin{cases} d_k (1 - e^{\beta_k t}), & \text{при } t_k \leq t < t_{k+1} \\ d_{k+1} e^{\beta_{k+1} t}, & \text{при } t_{k+1} \leq t < t_{k+2} \end{cases}, \quad (6)$$

где t в месяцах (годах).

Эти функции взаимодействуют с функциями (3), (4) образуя функции сложной конфигурации.

$$REZ(t) = B(t) + UO(t) + NZ(t). \quad (7)$$

Поэтому оценка надёжности распознавания является сложной задачей, требующей учёта множества факторов как функции времени.

Значение функции $REZ(t) = B(t) + UO(t) + NZ(t)$ не должно превышать единицу и не быть меньше нуля. Значит коэффициент нужно искать исходя из условия $k_1 + k_2 + c_i + d_i \leq 1$.

Найдем ограничения для параметров k_1, k_2 для функций (3), (4). Пусть значения функций расположены на промежутке $[a; b]$. Тогда значения для k_1 и k_2 можно определить из формул:

$$k_1 = \frac{a+b}{2}; \quad k_2 = \frac{b-a}{2}; \quad k_1 + k_2 = b.$$

Таким образом можно утверждать, что значения параметров c_i и d_i : $c_i + d_i \leq 1 - b$.

Если определить для функции (5) некоторые граничные значения $[a_i^{UO}; b_i^{UO}]$, то ограничения для параметров $\alpha_i, \alpha_{i+1}, c_i, c_{i+1}$ функции (5):

$$c_i > a_i^{UO}; \quad c_{i+1} > a_{i+1}^{UO}; \quad \alpha_i, \alpha_{i+1} < 0.$$

Параметры α_i, α_{i+1} можно определить исходя из следующих соотношений:

$$\frac{\ln\left(\frac{a_i^{UO}}{c_i}\right)}{t_i} \leq \alpha_i \leq \frac{\ln\left(\frac{b_i^{UO}}{c_i}\right)}{t_{i+1}}; \quad \frac{\ln\left(1 - \frac{b_{i+1}^{UO}}{c_{i+1}}\right)}{t_{i+1}} \leq \alpha_{i+1} \leq \frac{\ln\left(1 - \frac{a_{i+1}^{UO}}{c_{i+1}}\right)}{t_{i+2}}$$

Определим для функции (6) некоторые граничные значения $[a_k^{NZ}; b_k^{NZ}]$. Тогда ограничения для параметров $\beta_k, \beta_{k+1}, d_k, d_{k+1}$:

$$d_k > a_k^{NZ}; d_{k+1} > a_{k+1}^{NZ}; \beta_k, \beta_{k+1} < 0$$

Параметры α_i, α_{i-1} можно определить исходя из следующих соотношений:

$$\frac{\ln\left(1 - \frac{b_k^{NZ}}{d_k}\right)}{t_k} \leq \beta_k \leq \frac{\ln\left(1 - \frac{a_k^{NZ}}{d_k}\right)}{t_{k+1}}; \frac{\ln\left(\frac{a_{k+1}^{NZ}}{d_{k+1}}\right)}{t_{k+1}} \leq \beta_{k+1} \leq \frac{\ln\left(\frac{b_{k+1}^{NZ}}{d_{k+1}}\right)}{t_{k+2}}$$

При построении результирующей функции будем опираться на тот факт, что их значения не являются ранозначными. Так усталость и отдых в течение дня меньше, чем усталость, накопленная за месяц или год.

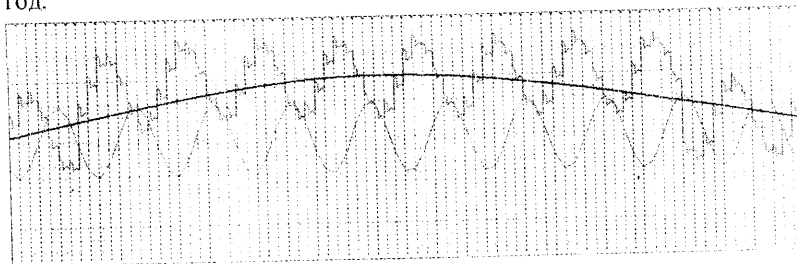


Рис.2. Построение результирующей функции

Результирующую функцию (7) можно построить задавая граничные значения для функций (3)–(6).

Выводы. Значения параметров для функции (7) являются индивидуальными и неизвестны. Принимая во внимание то, что значение (7) не может превышать 1, были сделаны предположения относительно параметров функций (3)–(6).

Оценка надежности распознавания является сложной задачей, требующей учёта множества факторов как функции времени, а не константы. Нужно найти распределение вероятностей надежности в течение длительного периода (не менее нескольких месяцев) и определить все ее взлеты и падения.

1. Уинфри А.Т. Время по биологическим часам. / А.Т. Уинфри – М., 1990. – 250с.

Надійшла до редколегії 01.06.09

УДК 534.4: 621.391

М.П. Савельев, О.Н. Карпов

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

СИНТЕЗ РЕЧИ В ФОРМАНТНО-ГОЛОСОВОЙ МОДЕЛИ

Вміщено детальний опис існуючих методів синтезу мови. Описані переваги і недоліки кожного з них. Розглянуті проблемні місця і можливі підходи до їх вирішення. Описано загальний склад синтезатора мови і його компонентів.

Ключові слова: *алофон, каскадна модель, лінійна модель, синтез мови, синтезатор, фонема*

Подробно описаны существующие методы синтеза речи. Описаны преимущества и недостатки каждого из них. Рассмотрены проблемные места и возможные подходы к их решению. Описано общее устройство синтезатора речи и его компонентов.

Ключевые слова: *аллофон, каскадная модель, линейная модель, синтез речи, синтезатор, фонема*

Contains detail description of the modern language synthesis. Advantaged and drawbacks of each are described in details. Problematic places and possible solutions for it are described as well. General form of language synthesis system and all its components are described.

Keywords: *allophone, linear model, waterfall model, language synthesis, synthesis system, phoneme*

Существует много методов реализации формантного синтеза речи. Все они основаны на детальном знании фонем и фонетическом расчленении речи и базируются на двух фундаментальных понятиях: лингвистического – фонемы, и акустического – форманты.

Фонема – основная единица звукового строя языка. Звуковой состав различных языков имеет свои особенности. В русском языке насчитывают 41 фонему, из них 6 гласных и 35 согласных (в английском – 20 гласных и 24 согласных, в французском – 15 гласных и 20 согласных). Можно сказать, что фонема – наименьшая языковая единица, имеющая смыслообразительное значение. Из последовательности фонем строятся слова. Смысл высказывания выражается посредством цепочки слов.